

WŁAŚCIWOŚCI GLEB I WÓD MŁAKI KROWIARKI POD ZBIOROWISKIEM ROŚLINNYM BAGIENNEJ OLSZYNY GÓRSKIEJ (*Caltho-Alnetum*) W BABIOGÓRSKIM PARKU NARODOWYM

**Paweł NICIA¹⁾, Paweł ZADROŻNY¹⁾, Tomasz LAMORSKI²⁾,
Romualda BEJGER³⁾**

¹⁾ Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Katedra Gleboznawstwa i Ochrony Gleb

²⁾ Babiogórski Park Narodowy, Zawoja

³⁾ Akademia Rolnicza w Szczecinie, Zakład Fizyki

Słowa kluczowe: młaki, olszyna bagienna, siedliska hydrogeniczne

Streszczenie

Bagienna olszyna górska (*Caltho-Alnetum* Zarz.) znajduje się wśród siedlisk priorytetowych, wymienionych w załączniku I dyrektywy siedliskowej Unii Europejskiej. Za ochronę tych siedlisk państwa członkowskie ponoszą szczególną odpowiedzialność. Większość płatów bagiennej olszyny górskiej z terenu Babiogórskiego Parku Narodowego, przed objęciem ich ochroną w latach siedemdziesiątych, została odwodniona. W pracy przedstawiono wyniki badań gleb i wód jednego ze zdegradowanych płatów olszyny bagiennej, położonego poniżej drogi Zawoja–Zubrzyca.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że podczas prac związanych z budową drogi nastąpiła degradacja gleb młaki. Młaka po odwodnieniu weszła w fazę decesji, zmienił się skład jonowy zasilających ją wód. Wskutek spływów powierzchniowych z drogi zlokalizowanej powyżej młaki jej gleby i wody zostały wzbogacone w metale ciężkie, sól i chlorki.

WSTĘP

Większość siedlisk hydrogenicznych i semihydrogenicznych, znajdujących się na terenie Polski zostało w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat w różnym stopniu

przekształconych przez działalność człowieka. Wpływ antropopresji na siedliska hydrogeniczne objawia się przede wszystkim zaburzeniem naturalnych stosunków powietrzno-wodnych w wyniku stosowania jednostronnych melioracji odwadniających [ILNICKI, 2002] oraz zmianą składu jonowego zasilających je wód [NICIA, MIECHÓWKA, ZALESKI, 2007]. Nawet niewielkie obniżenie poziomu wód gruntowych oraz dopływ składników biogenych wraz z wodami zasilającymi takie siedliska może doprowadzić do zmiany kierunków procesu pedogenicznego i sukcesji roślinnej na tych terenach.

Jednym z siedlisk hydrogenicznych, których powierzchnie zostały zdegradowane i zdewastowane w wyniku prowadzonych w latach siedemdziesiątych melioracji, jest bagienna olszyna górska (*Caltho-Alnetum* Zarz.). Większość płatów górskiej olszyny bagiennej z terenu Babiogórskiego Parku Narodowego, przed objęciem ich w 1997 r. ochroną prawną, w latach siedemdziesiątych, zgodnie z instrukcją urzędowania lasu z 1957 r., zostało zmeliorowanych za pomocą rowów odwadniających o głębokości od 0,3 do 0,9 m w rozstawie od kilku do kilkudziesięciu metrów. Melioracje te miały służyć obniżeniu poziomu wody gruntowej, dzięki czemu możliwe byłoby wprowadzenie na te tereny innych gatunków drzew, między innymi jesionu i świerka, których drewno ma większą wartość użytkową niż drewno olchy szarej.

Obecnie bagienna olszyna górska (*Caltho-Alnetum* Zarz.) znajduje się wśród siedlisk priorytetowych, wymienionych w załączniku I dyrektywy siedliskowej Unii Europejskiej, za których ochronę państwa członkowskie ponoszą szczególną odpowiedzialność. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 16 maja 2005 r. w sprawie typów siedlisk przyrodniczych oraz gatunków roślin i zwierząt wymagających ochrony w formie wyznaczenia obszarów Natura 2000 [Rozporządzenie..., 2005], zbiorowisko bagiennej olszyny górskiej zostało poddane ochronie, czego konsekwencją jest podjęcie działań, zmierzających do utrzymania lub odtworzenia właściwego stanu tego siedliska przyrodniczego. Niestety brak planów ochrony obszarów Natura 2000 powoduje zaniechanie podejmowania działań ochronnych lub realizację wcześniej wyznaczonych celów, które nie uwzględniały priorytetowego znaczenia tego typu siedliska przyrodniczego. Znane są przykłady kontynuacji przebudowy drzewostanów na terenach, na których występują kilku- lub kilkunastoarowe zdegradowane płaty bagiennej olszyny górskiej. Nie podejmuje się żadnych zabiegów renaturyzacyjnych tych siedlisk, a nawet wprowadza się gatunki, które nie są dla nich charakterystyczne. Na podstawie szczegółowej inwentaryzacji siedlisk bagiennej olszyny górskiej, obejmującej określenie właściwości gleb i zasilających je wód można ustalić, które z tych siedlisk występują w stanie naturalnym lub zbliżonym do naturalnego oraz na których można jeszcze wykonać zabiegi renaturyzacyjne.

Celem pracy było określenie stopnia degradacji gleby siedliska bagiennej olszyny górskiej z terenu Babiogórskiego Parku Narodowego, która (przed objęciem

jej ochroną) została w latach sześćdziesiątych zmeliorowana oraz zaproponowanie sposobów powstrzymania jej dalszej degradacji.

MATERIAŁY I METODY BADAŃ

Do badań wytypowano mlakę pod zbiorowiskiem bagiennej olszyny górskiej położoną w Babiogórskim Parku Narodowym poniżej drogi Zawoja–Zubrzyca (rys. 1). W celu określenia właściwości gleb tego siedliska w 2008 r. wykonano dwie odkrywki glebowe zlokalizowane w dwóch częściach mlaki, różniących się stopniem degradacji. Stopień zdegradowania pierwszej z nich, o powierzchni ok. 1300 m² (profil I), jest większy niż drugiej, zajmującej powierzchnię ok. 250 m² (profil II).

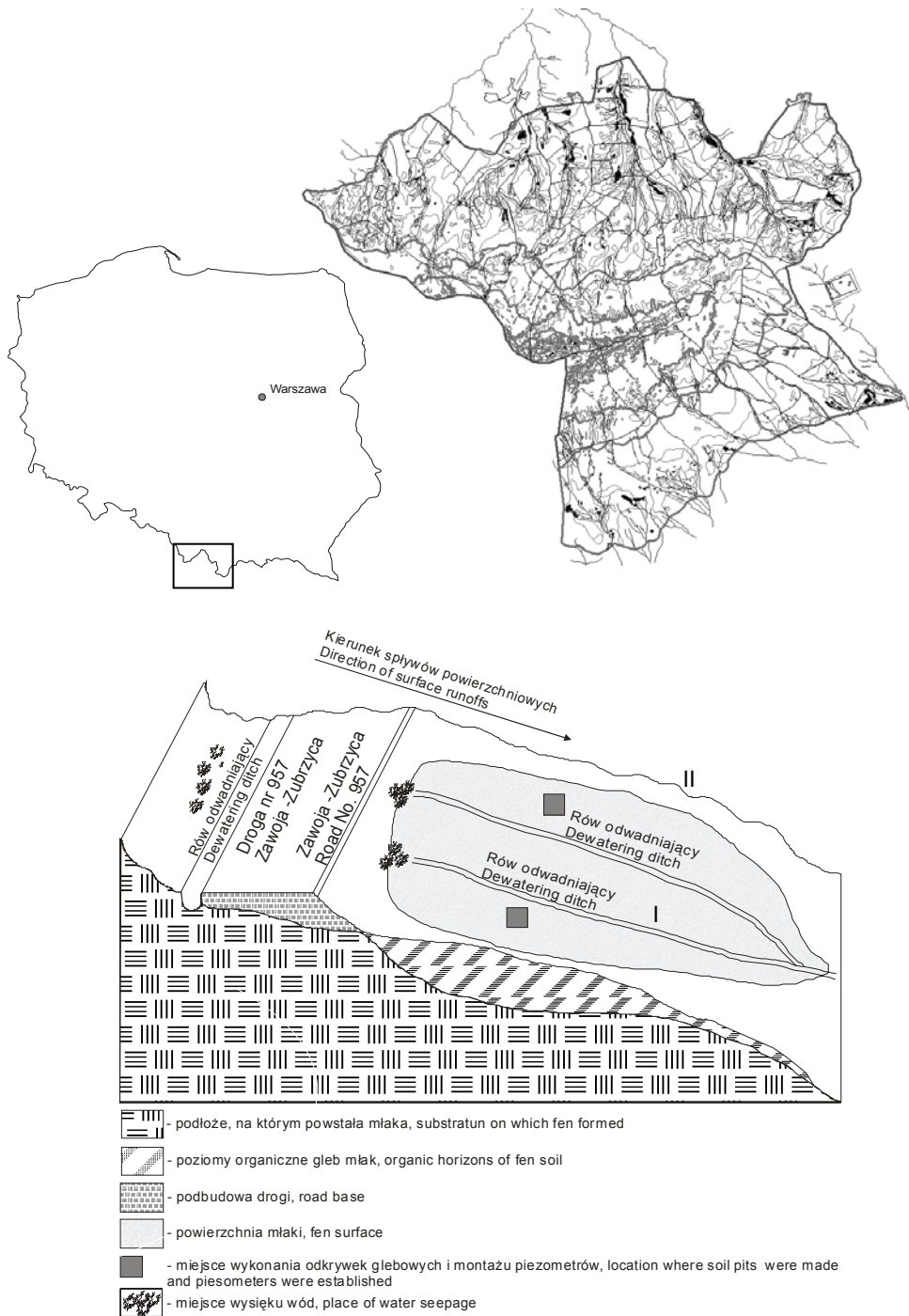
W materiale glebowym oznaczono:

- zawartość części mineralnych (popielność) – metodą prażenia w 550°C;
- pH w H₂O i KCl – metodą potencjometryczną;
- zawartość kationów zasadowych w wyciągu 1 mol·dm⁻³ chlorku amonu i form całkowitych Cd, Ni, Pb i Zn, po ekstrakcji w mieszaninie stężonych kwasów azotowego i nadchlorowego – za pomocą spektrofotometru absorpcji atomowej [SAPEK, SAPEK, 1997];
- kwasowość wymienną – metodą Kappena [LITYŃSKI, JURKOWA, GORLACH, 1976].

W celu określenia właściwości wód badanej mlaki, w miejscu wykonania odkrywek glebowych zainstalowano piezometry, służące do obserwacji poziomu wody gruntowej oraz poboru jej prób. Próby wody pobierano co miesiąc w okresie od marca do listopada 2008 r. W wodach tych, zgodnie z metodyką zaproponowaną przez DOJLIDO [1999], oznaczono: temperaturę, natlenienie, mineralizację, przewodność elektryczną właściwą oraz skład jonowy.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Badaną mlakę można zaliczyć do mlak stokowych o soligenicznym typie hydrologicznego zasilania. Położona jest bezpośrednio poniżej budowanej w latach sześćdziesiątych drogi Zawoja–Zubrzyca (rys. 1). Górna część mlaki podczas prac budowlanych została zdewastowana. Aby zapewnić stabilność terenu poniżej budowanej drogi zmeliorowano go prostopadłymi do warstwic rowami melioracyjnymi o głębokości od 0,3 do 0,9 m. Wskutek tego, że omawiane siedlisko występuje w położeniach stokowych, duża prędkość przepływu wód odprowadzanych przez rowy melioracyjne nie pozwoliła, pomimo upływu przeszło czterdziestu lat, na ich zarośnięcie i zamulenie. Rowy te, nawet po kilkudziesięciu latach, odprowadzają znaczne ilości wód. Jest to widoczne zwłaszcza w okresie letnim, kiedy suma



Rys. 1. Lokalizacja i szkic badanej młaki

Fig. 1. Location and a sketch of the studied fen

miesięcznych opadów atmosferycznych dochodzi do 200 mm·m² [Zestawienie..., 2009]. Skuteczność melioracji wykonanych na tej młacie była bardzo duża, ponieważ rowy melioracyjne odprowadzały wody zasilające bezpośrednio z miejsc ich wypływu z warstw wodonośnych.

Z powodu braku archiwalnych zdjęć fitosocjologicznych nie ma pewności co do składu fitosocjologicznego roślinności młaki przed jej odwodnieniem, jednak na podstawie analizy roślinności współcześnie występującej na jej terenie można z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że badany płat należał do płatów typowych dla bagiennej olszyny górskiej. O tym, że badana młaka była zaliczana do siedlisk o naturalnych stosunkach powietrzno-wodnych świadczy obecność w jej drzewostanie starych olszy, zarówno czarnej (*Alnus glutinosa* Gaertn.), jak i szarej (*Alnus incana* Moench). Brak odnowień tych drzew oraz występowanie młodych buków (*Fagus sylvatica* L.), jodeł (*Abies alba* Mill.) i świerków (*Picea abies* L.) – drzew charakterystycznych dla suchszych siedlisk otaczających młakę – świadczy o przemianie siedliska po jego odwodnieniu. Także skład gatunkowy runa świadczy o procesie degradacji tego siedliska. Na powierzchni młaki nie występują już – charakterystyczne dla górskich olszyn bagiennych (*Caltho-Alnetum* Zarz. 1963), dominujące w runie sąsiednich niezdegradowanych młak i najbardziej wymagające pod względem wilgotnościowym – kozłek całolistny (*Valeriana simplicifolia* Rchb.) i knieć górską (*Caltha laeta* Schott). Wskutek obniżenia poziomu wody gruntowej w młacie dogodne warunki do rozwoju na jej powierzchni znalazły gatunki charakterystyczne dla sąsiadujących z nią płatów buczyny karpackiej (*Dentario glandulosae-Fagetum* Mat.), np. marzanka wonna (*Galium odoratum* Scop.) czy miodunka ćma (*Pulmonaria obscura* Dum.) oraz gatunki nitrofilne, np. pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica* L.).

Odwodnienie spowodowało przejście gleb młaki z fazy akumulacji w fazę decesji, w której zachodzi proces murszenia. Na podstawie stopnia zmurszenia materii organicznej, powierzchnię młaki można podzielić na dwie części. Pierwsza z nich, zajmująca powierzchnię ok. 1300 m², charakteryzuje się znacznie niższym, w porównaniu z drugą, poziomem wód gruntowych, wynoszącym ok. 0,75 m p.p.t. Tak niski poziom wód gruntowych spowodował, że poziomy organiczne gleb położonych w tej części młaki są w całości objęte procesem murszenia (profil I) (tab. 1). Poziom wód gruntowych w drugiej części młaki, która wytworzyła się w nieco innych warunkach topograficznych, utrudniających odpływ wody z jej powierzchni, był wyższy i wynosił ok. 0,35 m p.p.t. Wyższy poziom wód gruntowych w drugiej części młaki ograniczał natlenienie profilu glebowego, wskutek czego proces murszenia objął tylko poziomy powierzchniowe i podpowierzchniowe (profil II) (tab. 1). Na podstawie kierunku procesu pedogenicznego i zawartości substancji organicznej gleby badanej młaki można zaliczyć do gleb torfowo-murszowych [Systematyka..., 1989].

Degradacja młaki była widoczna również w zmianie właściwości chemicznych zasilających ją wód (tab. 2). Na podstawie mineralizacji, stosując kryteria podane

Tabela 1. Właściwości chemiczne gleb badanej mlaki
Table 1. Chemical properties of soils of the examined fen

Profil Profile	Głębokość Depth cm	Poziom Horizon	Popielność Ash %	C _{org.} g·kg ⁻¹	pH		K _w	mmol(+)·kg ⁻¹					mg·kg ⁻¹			
					H ₂ O	KCl		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Cd	Pb	Ni	Zn	
I	0-20	M1ni	51,7	28,0	5,62	4,77	11,2	656,2	41,8	4,8	10,1	3,05	79,02	39,23	245,47	
	20-43	M2tni	54,6	26,3	6,26	5,46	6,7	784,2	71,6	2,7	5,8	1,42	62,63	38,68	195,74	
	43-70	M3tni	50,8	28,6	5,76	5,15	4,5	768,9	81,4	3,4	5,2	0,17	52,71	33,21	49,52	
	70-95	M4tni	70,3	17,2	6,06	5,24	4,5	626,8	85,2	6,4	2,1	0,15	50,98	21,32	40,09	
II	0-21	M1ni	56,4	25,3	6,38	5,64	6,7	648,9	59,9	4,1	10,2	3,50	95,59	43,24	181,45	
	21-43	M2tni	57,6	24,6	6,39	5,66	4,5	685,9	63,4	2,8	9,3	0,31	29,57	25,46	74,19	
	43-60	O1ni	58,4	24,1	6,23	5,42	4,5	723,4	76,2	3,5	7,9	0,15	21,92	24,66	39,56	
	60-90	O2tni	72,2	4,5	6,22	5,32	4,5	161,8	27,2	1,8	0,8	0,14	21,56	24,50	39,41	

K_w – kwasowość wymienna. K_w – exchangeable acidity.

Tabela 2. Właściwości chemiczne wody gruntowej badanej mlaki**Table 2.** Chemical properties of ground water from the examined fen

pwg m	pH	EC $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Min.	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
			mg·dm ⁻³										
0,25	6,7	786	550,6	224,5	42,0	30,1	0,4	0,3	0,1	58,7	13,5	33,2	3,1

Objaśnienia: pwg – poziom wody gruntowej, EC – przewodność elektrolityczna, Min. – mineralizacja.

Explanations: pwg – ground water level, EC – electrolytic conductivity, Min. – mineralisation.

przez PAZDRĘ [1983], można zaliczyć je do wód aktratopegowych. Wody te charakteryzowały się większą zawartością substancji mineralnych oraz wartością przewodności elektrycznej właściwej, będącej dobrym wskaźnikiem mineralizacji wód [CHMURA, 2000; DOJLIDO, 1999; MACIOSZCZYK, 1987], niż wody mlak mezotroficznych, wypływających z tych samych zbiorników podziemnych [NICIA, 2008]. W wodach zasilających badaną mlakę oznaczono także większe zawartości jonów sodu oraz chlorków niż w wodach mezotroficznych mlak niskoturzycowych z terenu Babiogórskiego Parku Narodowego, położonych na stokach poza zasięgiem oddziaływania spływów powierzchniowych z dróg [NICIA, 2008] oraz w wodach eutroficznych mlak niskoturzycowych z terenu Pienińskiego Parku Narodowego [NICIA, MIECHÓWKA, 2007]. Większe wartości tych parametrów w wodach badanej mlaki można wytłumaczyć wzbogaceniem w substancje mineralne pochodzenia antropogenicznego, splukiwane z górnej części stoku, na którym się wytworzyła oraz z drogi położonej powyżej mlaki. Przyczyną dużych zawartości jonów sodu i chlorków, wpływających na zawartość substancji mineralnych oraz wartość przewodności elektrycznej właściwej, mógł być chlorek sodu stosowany w okresie zimowym do walki z gołoledzią. Co prawda na terenie Babiogórskiego Parku Narodowego do walki z gołoledzią nie stosuje się środków chemicznych, ale mogły one dostać się do mlaki przeniesione na kołach i elementach karoserii samochodowych z terenów położonych poza obszarem chronionym.

Zawartość jonów HCO₃⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻, Ca²⁺, Mg²⁺ oraz K⁺, a także odczyn badanych wód były zbliżone do właściwości wód mezotroficznych mlak niskoturzycowych badanych przez NICIĘ [2008].

Duża zawartość jonów sodu i chlorków w wodach zasilających mlakę znalazła odzwierciedlenie we właściwościach jej gleb (tab. 1). Kompleks sorpcyjny gleb w poziomach powierzchniowych, narażonych na spływy powierzchniowe wód z górnej części stoku i drogi powyżej mlaki, zawierających jony sodu i chlorki, charakteryzował się większym wysyceniem kationami sodu niż poziomy leżące głębiej. Udział kationów sodu w kompleksie sorpcyjnym zmniejszał się wraz z głębokością badanych gleb, osiągając najmniejsze wartości w najgłębiej położonych poziomach organicznych. Podobne zależności stwierdzono w glebach mlaki Pod Klikuszową, położonej poniżej drogi Kraków–Zakopane, na której zimą do walki z gołoledzią stosowano chlorek sodu [NICIA, MIECHÓWKA, ZALESKI, 2007].

O degradacji gleb młaki świadczy także zawartość w nich metali ciężkich. Ich akumulacji sprzyja duża zawartość materii organicznej i powinowactwo metali do połączeń próchnicznych glebowej materii organicznej. Jednak w przypadku, gdy gleby organiczne przechodzą z fazy akumulacji w fazę decesji, metale ciężkie, wskutek mineralizacji materii organicznej i zwiększenia zakwaszenia, mogą zostać uwolnione i działać fitotoksycznie [KABATA-PENDIAS, PENDIAS, 1999]. Największe zawartości analizowanych metali ciężkich stwierdzono w poziomach powierzchniowych badanych gleb. Wraz z głębokością profili glebowych zawartość metali ciężkich zmniejszała się, osiągając wartości najmniejsze w najgłębiej położonych poziomach organicznych. Według KABATY-PENDIAS i PENDIASA [1999] takie rozmieszczenie metali ciężkich w glebach świadczy o ich antropogenicznym pochodzeniu.

Ocena zanieczyszczenia metalami ciężkimi gleb młaki, przeprowadzona na podstawie granicznych zawartości metali ciężkich w powierzchniowej warstwie gleb [KABATA-PENDIAS i in., 1993], wykazała że zawartość Ni, Pb i Zn mieściła się w zakresach zawartości podwyższonych. Zawartość Cd wskazywała na słabe zanieczyszczenie tym metalem (tab. 1). Podwyższone zawartości metali ciężkich w glebach badanej młaki można wiązać z dodatkami tych pierwiastków do produkcji paliw płynnych, olejów oraz motoryzacyjnych materiałów eksploatacyjnych [WĘGLARZY, 2001], które podczas eksploatacji pojazdów ulegają depozycji na powierzchni jezdni i w jej pobliżu. Gleby badanej młaki zawierały kadm, ołów, nikiel i cynk w ilościach wyższych niż gleby młak eutroficznych z Pienińskiego Parku Narodowego [NICIA i in., 2004], położonych z dala od ciągów komunikacyjnych.

WNIOSKI

1. Prace związane z budową drogi Zawoja–Zubrzyca spowodowały zaburzenie naturalnych stosunków powietrzno-wodnych w glebach badanej młaki oraz zmianę kierunku procesu pedogenicznego zachodzącego w jej glebach. Wskutek przeprowadzonych melioracji odwadniających, gleby młaki przeszły z fazy akumulacji materii organicznej w fazę decesji.

2. Wpływ drogi na właściwości gleb i wód badanej młaki był także widoczny w słabym zanieczyszczeniu gleby kadmem i podwyższonych zawartościach w niej ołowiu, niklu i cynku oraz we wzbogaceniu wód zasilających młakę w jony sodu i chlorki.

3. Pomimo, że na drogach położonych terenie Babiogórskiego Parku Narodowego nie stosuje się do walki z gołoledzią chlorku sodu, to najprawdopodobniej jest on wnoszony na tereny chronione z dróg leżących poza parkiem na kołach oraz elementach karoserii samochodów.

4. Wskutek mineralizacji materii organicznej w badanych glebach zakumulowane w nich metale ciężkie mogą zostać uwolnione, a następnie mogą przedostać się do wód gruntowych i działać fitotoksycznie.

LITERATURA

- CHMURA J., 2000. Pomiar właściwego przewodnictwa elektrycznego jako metoda określania tendencji zmian składu chemicznego wody (na przykładzie zbiornika solińskiego). W: Stan i antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce. Pr. zbior. Red. J. Burchard. Łódź: Wydaw. UŁ s. 197–209.
- DOJLIDO J., 1999. Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. Warszawa: Arkady ss. 556.
- ILNICKI P., 2002. Torfowiska i torf. Poznań: Wydaw. AR ss. 408.
- KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M., WITEK T., 1993. Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. W: Ramowe wytyczne dla rolnictwa. Puławy: IUNG s. 5–14.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 1999. Biogeochemia pierwiastków śladowych. Warszawa: Wydaw. Nauk. PWN ss. 397.
- KSIĄŻKIEWICZ M., 1971. Szczegółowa mapa geologiczna Polski. Arkusz 1031. Warszawa: Wydaw. Geol.
- LITYŃSKI T., JURKOWA H., GORLACH E., 1976. Analiza chemiczno-rolnicza. Warszawa: Wydaw. Nauk. PWN ss. 330.
- MACIOSZCZYK A., 1987. Hydrogeochemia. Warszawa: Wydaw. Geol. ss. 451.
- NICIA P., 2008. Ionic composition of low sedge mesotrophic mountain fen waters. *Pol. J. Env. St.* vol. 17 no. 2C s. 26–29.
- NICIA P., MIECHÓWKA A., GAŚIOREK M., ZADROŻNY P., 2004. Heavy metals (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn) in the mountain eutrophic fen soils. *Chem. Inż. Ekol.* t. 11 nr 8 s. 755–760.
- NICIA P., MIECHÓWKA A., ZALESKI T., 2007. The influence of Krakow-Zakopane road on chemical properties of waters and soils of the fen near Klikuszowa. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 520 s. 159–166.
- NICIA P., MIECHÓWKA A., 2007. The effect of human activities and atmospheric conditions on ionic composition of low sedge mountain eutrophic fen waters. *Pol. J. Env. St.* vol. 16 no 2A p. 2 s. 337–341.
- PAZDRO Z., 1983. Hydrogeologia ogólna. Warszawa: Wydaw. Geol. ss. 575.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 maja 2005 r. w sprawie typów siedlisk przyrodniczych oraz gatunków roślin i zwierząt, wymagających ochrony w formie wyznaczenia obszarów Natura 2000. *Dz. U.* 2005 nr 94 poz. 795.
- Systematyka gleb Polski, 1989. *Rocz. Gleb.* t. 40 z. 3–4 ss. 150.
- WĘGLARZY K., 2001. Skażenie gleb metalami ciężkimi ze szczególnym uwzględnieniem niklu. *Biul. Inf. IZ.* 39 4 s. 83–94.
- Zestawienie wybranych elementów meteorologicznych w latach 2008–2009, 2009. Kraków: IMGW. Posterunek Pomiarowo-Obserwacyjny IMGW w Zawoi. Opracowane przez Służbę Pomiarowo-Obserwacyjną IMGW.

Paweł NICIA, Paweł ZADROŻNY, Tomasz LAMORSKI, Romualda BERGER

**THE PROPERTIES OF SOILS AND WATERS IN KROWIARKI FEN
UNDER *Caltho-Alnetum* COMMUNITY IN THE BABIOGÓRSKI NATIONAL PARK**

Key words: Caltho-Alnetum, fens, hydrogenic habitats

S u m m a r y

Caltho-Alnetum is among priority habitats listed in the 1st annex to the EU Habitat Directive. The member states are particularly responsible for the protection of these habitats. Most of *Caltho-Alnetum* patches from the Babiogórski National Park had been drained before they were put under protection in the 1970'. The paper presents the results of a study on soils and waters in one of the degraded *Caltho-Alnetum* patches situated near the Zawoja-Zubrzyca road.

It was found that during the road construction works fen soils became degraded. After its draining the fen entered the decession stage and the ionic composition of its feeding waters changed. Due to surface runoffs from the road localized above the fen, its soil and water was enriched with heavy metals, sodium and chlorides.

Recenzenci:

dr hab. Klara Tomaszewska

prof. dr hab. Stanisław Twardy

Praca wpłynęła do Redakcji 20.07.2009 r.